



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002103632 A**(43) Date of publication of application: **09.04.02**

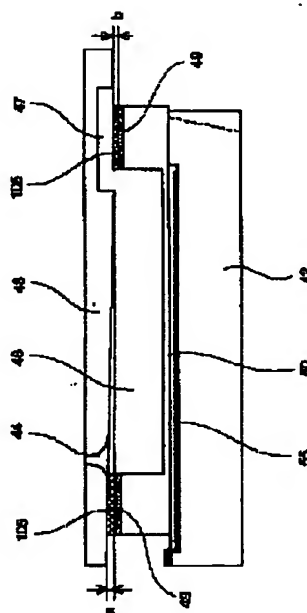
(51) Int. Cl.

B41J 2/16**B41J 2/045****B41J 2/055**(21) Application number: **2000304267**(71) Applicant: **RICOH CO LTD**(22) Date of filing: **04.10.00**(72) Inventor: **TSUNODA SHINICHI****(54) LIQUID DROP DISCHARGE HEAD, ITS
MANUFACTURING METHOD AND INK JET
RECORDER****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid drop discharge head having an excessive quantity of an adhesive reduced and exerting a high jointing reliability when a nozzle plate is jointed to a channel substrate in which fine channels are formed with an increased degree of integration so as to meet a high image quality and high-speed recording, a manufacturing method thereof, and an ink jet recorder capable of obtaining a stable image quality.

SOLUTION: The channel substrate having a wettability improvement layer 49 formed to the jointing face is jointed via an adhesive layer 105 to the nozzle plate 43. The nozzle plate 43 has a partial thickness deviation on the side of the jointing face, and the adhesive layer 105 changes along the partial thickness.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-103632
(P2002-103632A)

(43) 公開日 平成14年4月9日 (2002.4.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード* (参考)
B 4 1 J	2/16	B 4 1 J	3/04
	2/045		1 0 3 H
	2/055		2 C 0 5 7
			1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-304267 (P2000-304267)
(22) 出願日 平成12年10月4日 (2000.10.4)

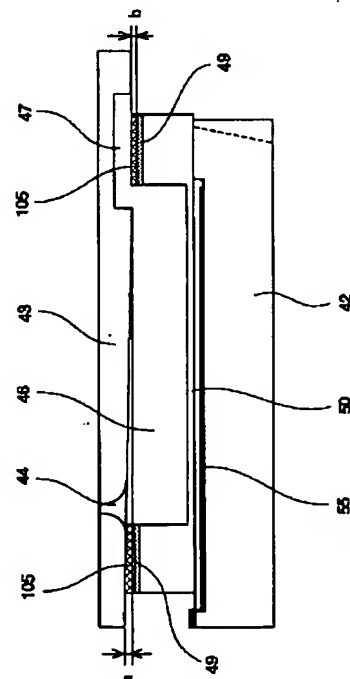
(71) 出願人 000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(72) 発明者 角田 慎一
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内
(74) 代理人 230100631
弁護士 稲元 富保
Fターム(参考) 2C057 AF70 AF93 AG14 AG30 AG55
AG85 AP02 AP25 AP28 AP34
AP38 AP56 AP57 AP59 AP72
AQ01 AQ02 BA03 BA15

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット記録装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高画質化、高速記録化に対応するために集積度が高くなり、微細な流路が形成されている流路基板とノズル板の接合において、接着剤のはみ出し量を低減し、接合信頼性も高い液滴吐出ヘッド及びその製造方法の提供と、安定した画像品質が得られるインクジェット記録装置の提供。

【解決手段】 接合面に濡れ性改善層49を形成した流路基板とノズル板43とを接着層105を介して接合し、ノズル板43の接合面側には偏肉があり、接着層105が偏肉に沿って変化している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室と、この液室内の液体を加圧する圧力を発生する圧力発生手段とを備え、少なくとも接着剤で接合された2つの部材を有する液滴吐出ヘッドにおいて、前記2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側には接着剤の濡れ性を改善する濡れ性改善層が形成され、且つ、前記2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側は偏肉があり、前記接着層の厚みが偏肉に沿って変化していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記濡れ性改善層が酸化膜であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】 請求項1に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記濡れ性改善層が樹脂層であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項4】 請求項3に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記樹脂層の主成分がポリイミドであることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室と、この液室内の液体を加圧する圧力を発生する圧力発生手段とを備え、少なくとも接着剤で接合された2つの部材を有する液滴吐出ヘッドにおいて、前記2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側には接着剤の濡れ性を改善する濡れ性改善処理が施され、且つ、前記2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側は偏肉があり、前記接着層の厚みが偏肉に沿って変化していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項6】 請求項5に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記濡れ性改善処理が接合面のプラズマ処理又はオゾン処理であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側の偏肉量が $2\sim 15\mu\text{m}$ の範囲内にあることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記接着層は最薄層部の厚みが $2\mu\text{m}$ を越えず、全体平均膜厚が $5\mu\text{m}$ を越えないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記2つの部材で液室若しくは流路を形成していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項10】 請求項1乃至9のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記偏肉のある部材がノズル及び／又は流体抵抗部を形成したノズル板であることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項11】 請求項10に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記ノズル板がニッケル電鍍工法で形成されていることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項12】 請求項1乃至11のいずれかに記載の

液滴吐出ヘッドにおいて、前記2つの部材の少なくとも一方の部材がシリコン基板からなることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項13】 請求項1乃至10のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、前記2つの部材のいずれか一方の部材の接合面に接着剤を塗布し、他方の部材を押し当てることにより、前記2つの部材間の空隙に前記接着剤が充填され、接合面全体が接合されることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項14】 請求項13に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記接着剤が低粘度又は液状の接着剤であることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項15】 請求項14に記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記接着剤の粘度が $10\sim 5000\text{cps}$ の範囲内にあることを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項16】 請求項13乃至15のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記接着剤の塗布膜厚が、前記部材の偏肉量よりも小さいことを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項17】 請求項13乃至16のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドの製造方法において、前記接着剤を転写法で塗布することを特徴とする液滴吐出ヘッドの製造方法。

【請求項18】 インク滴を吐出させるインクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置において、前記インクジェットヘッドが前記請求項1乃至10のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドであることを特徴とするインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は液滴吐出ヘッド及びその製造方法並びにインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置（画像形成装置）として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドの1つであるインクジェットヘッドは、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（加圧室、吐出室、圧力室、加圧液室等とも称される。）と、この液室内のインクを加圧するエネルギーを発生するエネルギー発生手段とを備えて、エネルギー発生手段を駆動することで液室内インクを加圧してノズルから液滴であるインク滴を吐出させるものである。

【0003】従来、インクジェットヘッドとしては、圧電素子を用いて液室の壁面を形成する振動板を変形させてインク滴を吐出させるようにしたもの（特開平2-51734号公報参照）、或いは、発熱抵抗体を用いて液室内でインクを加熱して気泡を発生させることによる圧力でインク滴を吐出させるようにしたもの（特開昭61

ー59911号公報参照)、液室の壁面を形成する振動板と電極とを平行に配置し、振動板と電極との間に発生させる静電力によって振動板を変形させることでインク滴を吐出させるようにしたもの(特開平6-71882号公報等参照)などが知られている。

【0004】ところで、インクジェットヘッドは、液室、この液室にインクを供給する流体抵抗部、流体抵抗部を介して液室に供給するための共通インク液室、インク滴を吐出するためのノズル孔或いはノズル溝などの各種流路を形成する必要がある、例えば、液室などの流路を形成するための流路基板(液室基板)とノズルを有するノズル板などの部材を接合してヘッドが形成される。

【0005】従来、インクジェットヘッドを構成する部材の接合には湿式の接着剤、フィルム接着剤などの接着剤接合が一般的であるが、この他、シリコン基板を液室基板やノズル板に用いた場合には直接接合や金属材料を介した共晶接合、あるいは金属材料を用いた場合には陽極接合なども行われている。

【0006】ところで、一般的に2つの部材の接合を行う場合には、部品精度を保ち、信頼性の高い接合を実現しなければならないという要請がある。ところが、インクジェットヘッド部品は高画質化、高速記録化に対応するために集積度が高くなっており、微細な流路が形成されている。そのため、接着剤接合を行った場合に、接着剤のはみ出しによる流路の閉塞或いは接着剤の形状バラツキが生じると、ヘッドの噴射特性にバラツキが生じて画像品質が低下することになる。

【0007】そこで、これらの対策としては、ギャップ剤を混入してつぶれ量を抑えるという方法が用いられていたが、通常の接合にギャップ剤を用いた場合、ギャップ剤径の1.5倍程度の塗布膜厚が必要であるとされていることから、塗布量の1/3ははみ出すことになり、はみ出しの低減化には限界がある。

【0008】そこで、接着剤のはみ出しを低減するためには接着剤層の厚みそのものを薄くする方法がある。また、特開平5-330067号公報に開示されているように、流路板の溝以外の部分に接着剤の逃げ溝を形成して、はみ出した接着剤を逃げ溝に逃がすようにした接合方法、或いは、特開平10-291323号公報に開示されているように、二つの基板(部材)間に均一な隙間を形成し、この隙間に表面張力を利用して低い粘度の接着剤を充填して接合する方法などが提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、接着剤層を薄くした薄膜接合を行うには、接合面の精度の向上が要求され、Si同士といった極めて平面性の高いもの同士の接合にしか適用できないという点が問題となる。これまでの一般的な薄膜接合は5~10 μ m程度であり、この接合層(接着層)が数 μ m程度の薄層部材の厚みばらつきを吸収し、接合が可能となっていた。しかしなが

ら、これが仮に1 μ m厚みでの接合を行うとなると、当然、それ以下の部品の平面性が要求されることになる。そのため、これまでは平面性の悪い部材と薄膜接合は両立できないという課題があった。

【0010】また、前記のように接着剤の逃げ溝を形成する方法も、逃げ溝を確保できるスペースがある場合には有効であるが、前述したようにインクジェットヘッドは集積度が高くなっているため、十分な逃げ溝を同一平面上に形成することが難しくなっているという課題がある。

【0011】さらに、前記のように最初に2つの薄層部材間の接合ギャップを決めておき、その接合ギャップに表面張力により接着剤を流し込む充填接着法は、2つの薄層部材の凹部や孔部などがなく同一平面である場合には有効であるが、インクジェットヘッド部品のように接合面に微細な流路パターンが形成されていたり、厚みばらつきによるギャップ幅の分布があったりすると、接合面全体に接着剤を表面張力で充填することは困難であり、部分的に未着領域が発生し易く、接合信頼性が低くなるという課題がある。

【0012】このように部分的に未着領域があるインクジェットヘッドではインク滴吐出特性にバラツキが生じたり、吐出不能になるなどの課題が生じ、このようなインクジェットヘッドを搭載したインクジェット記録装置における画像品質の低下を招くという課題も生じる。

【0013】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、接着剤のはみ出し量を低減し、接合信頼性も高い液滴吐出ヘッド及びその製造方法を提供するとともに、安定した画像品質が得られるインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側には接着剤の濡れ性を改善する濡れ性改善層が形成され、且つ、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側は偏肉があり、接着層の厚みが偏肉に沿って変化している構成としたものである。

【0015】ここで、濡れ性改善層は酸化膜又は樹脂層であることが好ましい。また、樹脂層を用いる場合には主成分がポリイミドであることが好ましい。

【0016】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側には接着剤の濡れ性を改善する濡れ性改善処理が施され、且つ、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側は偏肉があり、接着層の厚みが偏肉に沿って変化している構成としたものである。

【0017】ここで、濡れ性改善処理としてはプラズマ処理或いはオゾン処理であることが好ましい。

【0018】これらの本発明に係る液滴吐出ヘッドにおいて、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側の

偏肉量が $2\sim 15\mu\text{m}$ の範囲内にあることが好ましい。また、接着層は最薄層部の厚みが $2\mu\text{m}$ を越えず、全体平均膜厚が $5\mu\text{m}$ を越えないことが好ましい。さらに、2つの部材で液室若しくは流路を形成することができる。さらにまた、偏肉のある部材はノズル及び／又は流体抵抗部を形成したノズル板であることが好ましい。この場合、ノズル板はニッケル電鍍工法で形成されていることが好ましい。また、2つの部材の少なくとも一方の部材がシリコン基板からなり、このシリコン基板の表面に濡れ性改善層が形成されていることが好ましい。

【0019】本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法は、本発明に係る液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、2つの部材のいずれか一方の部材の接合面に接着剤を塗布し、他方の部材を押し当てることにより、2つの部材間の空隙に接着剤が充填され、接合面全体が接合される構成としたものである。

【0020】ここで、接着剤が低粘度又は液状の接着剤であることが好ましい。この場合、接着剤の粘度が $10\sim 5000\text{cps}$ の範囲内にあることが好ましい。また、接着剤の塗布膜厚が、部材の偏肉量よりも小さいことが好ましい。さらに、接着剤を転写法で塗布することが好ましい。

【0021】本発明に係るインクジェット記録装置は、インク滴を吐出させるインクジェットヘッドとして本発明に係る液滴吐出ヘッドを搭載したものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図、図2は同機構部の側面説明図である。

【0023】このインクジェット記録装置は、記録装置本体1の内部に主走査方向に移動可能なキャリッジ、キャリッジに搭載したインクジェットヘッドからなる記録ヘッド、記録ヘッドへのインクを供給するインクカートリッジ等で構成される印字機構部2等を収納し、給紙カセット4或いは手差しトレイ5から給送される用紙3を取り込み、印字機構部2によって所要の画像を記録した後、後面側に装着された排紙トレイ6に排紙する。

【0024】印字機構部2は、図示しない左右の側板に横架したガイド部材である主ガイドロッド11と従ガイドロッド12とでキャリッジ13を主走査方向（図2で紙面垂直方向）に摺動自在に保持し、このキャリッジ13にはイエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（Bk）の各色のインク滴を吐出する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドからなるヘッド14をインク滴吐出方向を下方に向けて装着し、キャリッジ13の上側にはヘッド14に各色のインクを供給するための各インクタンク（インクカートリッジ）15を交換可能に装着している。

【0025】ここで、キャリッジ13は後方側（用紙搬

送方向下流側）を主ガイドロッド11に摺動自在に嵌装し、前方側（用紙搬送方向上流側）を従ガイドロッド12に摺動自在に載置している。そして、このキャリッジ13を主走査方向に移動走査するため、主走査モータ17で回転駆動される駆動プーリ18と従動プーリ19との間にタイミングベルト20を張装し、このタイミングベルト20をキャリッジ13に固定している。

【0026】また、記録ヘッドとしてここでは各色のヘッド14を用いているが、各色のインク滴を吐出するノズルを有する1個のヘッドでもよい。さらに、ヘッド14として用いるインクジェットヘッドは、圧電素子などの電気機械変換素子で液室（インク流路）壁面を形成する振動板を介してインクを加圧するピエゾ型のもの、或いは発熱抵抗体による膜沸騰でバブル生じさせてインクを加圧するバブル型のもの、若しくはインク流路壁面を形成する振動板とこれに対向する電極との間の静電力で振動板を変位させてインクを加圧する静電型のものなどを使用することができるが、本実施形態では後述するように静電型インクジェットヘッドを用いている。

【0027】一方、給紙カセット4にセットした用紙3をヘッド14の下方側に搬送するために、給紙カセット4から用紙3を分離給装する給紙ローラ21及びフリクションパッド22と、用紙3を案内するガイド部材23と、給紙された用紙3を反転させて搬送する搬送ローラ24と、この搬送ローラ24の周面に押し付けられる搬送コロ25及び搬送ローラ24からの用紙3の送り出し角度を規定する先端コロ26とを設けている。搬送ローラ24は副走査モータ27によってギヤ列を介して回転駆動される。

【0028】そして、キャリッジ13の主走査方向の移動範囲に対応して搬送ローラ24から送り出された用紙3を記録ヘッド14の下方側で案内する用紙ガイド部材である印写受け部材29を設けている。この印写受け部材29の用紙搬送方向下流側には、用紙3を排紙方向へ送り出すために回転駆動される搬送コロ31、拍車32を設け、さらに用紙3を排紙トレイ6に送り出す排紙ローラ33及び拍車34と、排紙経路を形成するガイド部材35、36とを配設している。

【0029】また、キャリッジ13の移動方向右端側にはヘッド14の信頼性を維持、回復するための信頼性維持回復機構（以下「サブシステム」という。）37を配置している。キャリッジ13は印字待機中にはこのサブシステム37側に移動されてキャッピング手段などでヘッド14をキャッピングされる。

【0030】次に、このインクジェット記録装置のヘッド14を構成するインクジェットヘッドについて図3乃至図5を参照して説明する。なお、図3はヘッド14の分解斜視説明図、図4は同ヘッド14のノズル配列方向と直交する方向の断面説明図、図5は図4の要部拡大図、図6は同ヘッド14のノズル配列方向の要部拡大断

面図、図7は同ヘッド14の透過状態で示す要部平面説明図である。

【0031】液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッド40は、単結晶シリコン基板、多結晶シリコン基板、SOI基板などのシリコン基板等を用いた第1部材である流路基板（流路形成部材）41と、この流路基板41の下側に設けたシリコン基板、パイレックス（登録商標）ガラス基板、セラミックス基板等を用いた電極基板42と、流路基板41の上側に設けた第2部材であるノズル板43とを備え、複数のインク滴を吐出するノズル44、各ノズル44が連通するインク流路である加圧室46、各加圧室46にインク供給路を兼ねた流体抵抗部47を介して連通する共通液室流路48などを形成している。

【0032】流路基板41には液室46及びこの液室46の壁面である底部をなす振動板50（第1の電極となる。）を形成する凹部を形成し、ノズル板43には流体抵抗部47を形成する溝を形成し、また流路基板41と電極基板42には共通液室流路48を形成する貫通部を形成している。

【0033】ここで、流路基板41は、例えば単結晶シリコン基板を用いた場合、予め振動板厚さにボロンを注入してエッチングストップ層となる高濃度ボロン層を形成し、電極基板42と接合した後、液室46となる凹部をKOH水溶液などのエッチング液を用いて異方性エッチングすることにより、このとき高濃度ボロン層がエッチングストップ層となって振動板50が高精度に形成される。また、多結晶シリコン基板で振動板50を形成する場合は、液室基板上に振動板となる多結晶シリコン薄膜を形成する方法、または、予め電極基板42を犠牲材料で平坦化し、その上に多結晶シリコン薄膜を成膜した後、犠牲材料を除去することで形成できる。

【0034】なお、振動板50に別途電極膜を形成してもよいが、上述したように不純物の拡散などによって振動板が電極を兼ねるようにしている。また、振動板50の電極基板42側の面に絶縁膜を形成することもできる。この絶縁膜としては SiO_2 等の酸化膜系絶縁膜、 Si_3N_4 等の窒化膜系絶縁膜などを用いることができる。絶縁膜の成膜は、振動板表面を熱酸化して酸化膜を形成したり、成膜手法を用いたりすることができる。

【0035】また、電極基板42には酸化膜層42aを形成し、この酸化膜層42aの部分に凹部54を形成して、この凹部54底面に振動板50に対向する電極15（第2の電極となる。）を設け、振動板50と電極55との間にギャップ56を形成し、これらの振動板50と電極55とによってアクチュエータ部を構成している。なお、電極55表面には SiO_2 膜などの酸化膜系絶縁膜、 Si_3N_4 膜などの窒化膜系絶縁膜からなる電極保護膜57を成膜しているが、電極表面55に電極保護膜57を形成しないで、振動板50側に絶縁膜を形成するこ

ともできる。

【0036】この電極基板42として単結晶シリコン基板を用いる場合には通常のシリコンウエハーを用いることができる。その厚さはシリコンウエハーの直径で異なるが、直径4インチのシリコンウエハーであれば厚さが $500\mu\text{m}$ 程度、直径6インチのシリコンウエハーであれば厚さは $600\mu\text{m}$ 程度であることが多い。シリコンウエハー以外の材料を選択する場合には、流路基板のシリコンと熱膨張係数の差が小さい方が振動板と接合する場合に信頼性を向上できる。例えば、ガラス材料としては、コーニング社製#7740（商品名）、岩城硝子社製SW3（商品名）、ホーヤ社製SD2（商品名）などを用いることができる。

【0037】これらの流路基板41と電極基板42との接合は、接着剤による接合も可能であるが、より信頼性の高い物理的な接合、例えば電極基板42がシリコンで形成される場合、酸化膜を介した直接接合法を用いることができる。この直接接合は 1000°C 程度の高温化で実施する。また、電極基板42がガラスの場合、陽極接合を行うことができる。電極基板42をシリコンで形成して、陽極接合を行う場合には、電極基板42と流路基板41との間にパイレックスガラスを成膜し、この膜を介して陽極接合を行うこともできる。さらに、流路基板41と電極基板42にシリコン基板を使用して金等のバインダーを接合面に介在させた共晶接合で接合することもできる。

【0038】また、電極基板42の電極55としては、通常半導体素子の形成プロセスで一般的に用いられるAl、Cr、Ni等の金属材料や、Ti、TiN、W等の高融点金属、または不純物により低抵抗化した多結晶シリコン材料などを用いることができる。電極基板42をシリコンウエハーで形成する場合には、電極基板42と電極55との間には絶縁層（上述した酸化膜層42a）を形成する必要がある。電極基板42にガラス基板、セラミック基板等の絶縁性材料を用いる場合には電極55との間に絶縁層を形成する必要はない。

【0039】また、電極基板42にシリコン基板を用いる場合、電極55としては、不純物拡散領域を用いることができる。この場合、拡散に用いる不純物は基板シリコンの導電型と反対の導電型を示す不純物を用い、拡散領域周辺にpn接合を形成し、電極55と電極基板42とを電氣的に絶縁する。

【0040】ノズル板43には、多数のノズル44を形成するとともに、共通液室流路47と液室46を連通するための流体抵抗部47を形成する溝部を形成している。ここでは、このノズル板43はNi電鍍工法で製作しているが、この他、例えば、SUS、或いは樹脂と金属層の複層構造のものなども用いることができる。このノズル板43は流路基板41に後述する接着層105にて接合している。

【0041】この場合、流路基板41のノズル板43との接合面には接着剤の濡れ性を改善する濡れ性改善層49を形成している。なお、濡れ性改善層49は、流路基板41に代えて、又は流路基板41と共にノズル板43側に設けることもできる。

【0042】この濡れ性改善層49としては、有機、無機など様々なものを適用できるが、流路基板41としてシリコン基板を用いているので、流路基板41側に設ける場合にはシリコン酸化膜で形成することが好ましい。シリコン酸化膜を濡れ性改善層49とすることで、半導体工程の一部として流路基板41の液室46、振動板50等を形成する工程で一貫して形成することができ、工程が大きく増えることがない。

【0043】また、濡れ性改善層49を有機層で形成する場合は、樹脂コーティングによる樹脂層を用いることが有効である。樹脂コーティング層の形成には、後述する接着剤の塗布工法をそのまま転用し、薄層を形成することができる。特に、樹脂層として、ポリイミド樹脂のコート層を用いることで、流路基板41などにシリコン基板を用いた場合、シリコンとの接合強度も強く、接合強度の向上にも極めて有効である。

【0044】なお、ノズル板43と流路基板41との液室位置合わせを行うために、仮接合用の紫外線硬化型接着剤が瞬間接着剤を流路基板41の角に塗布して仮接合を行った後、本接合用の接着剤を加熱硬化する。この本接合用の接着剤としては、加熱接合する際にシリコン基板を用いた流路基板とNiやSUS等を用いたノズル板とでは線膨張係数の差によって反りが発生して、内部応力でアクチュエータ部が破壊される恐れがあるので、接着剤の硬化温度は低いほうが良く、常温～100℃が好ましい。また、二液混合型（常温硬化型）のエポキシ系接着剤も使用に適している。

【0045】このインクジェットヘッド40ではノズル44を二列配置し、この各ノズル44に対応して液室46、振動板50、電極55なども二列配置し、各ノズル列の中央部に共通液室流路48を配置して、左右の液室46にインクを供給する構成を採用している。これにより、簡単なヘッド構成で多数のノズルを有するマルチノズルヘッドを構成することができる。

【0046】そして、インクジェットヘッド40の電極55は外部に延設して接続部（電極パッド部）55aとし、これにヘッド駆動回路であるドライバIC60をワイヤボンドによって搭載したFPCケーブル61を異方性導電膜などを介して接続している。このとき、電極基板42とノズル板43との間（ギャップ56入口）は図4に示すようにエポキシ樹脂等の接着剤を用いたギャップ封止剤62にて気密封止し、ギャップ56内に湿気が侵入して振動板50が変位しなくなるのを防止している。

【0047】さらに、インクジェットヘッド40全体を

フレーム部材65上に接着剤で接合している。このフレーム部材65にはインクジェットヘッド40の共通液室流路48に外部からインクを供給するためのインク供給穴66を形成しており、またFPCケーブル61等はフレーム部材65に形成した穴67に収納される。

【0048】このフレーム部材65とノズル板43との間は図4に示すようにエポキシ樹脂等の接着剤を用いたギャップ封止剤68にて封止し、撥水性を有するノズル板43表面のインクが電極基板42やFPCケーブル61等に回り込むことを防止している。

【0049】そして、このヘッド14のフレーム部材65にはインクカートリッジ15とのジョイント部材70が連結されて、フレーム部材65に熱融着したフィルタ71を介してインクカートリッジ15からインク供給穴66を通じて共通液室流路48にインクが供給される。

【0050】このインクジェットヘッド40においては、振動板50を共通電極とし、電極55を個別電極として、振動板50と電極55との間に駆動電圧を印加することによって、振動板50と電極55との間に発生する静電力によって振動板50が電極55側に変形変位し、この状態から振動板50と電極55間の電荷を放電させることによって振動板50が復帰変形して、液室46の内容積（体積）／圧力が変化することによって、ノズル44からインク滴が吐出される。

【0051】すなわち、個別電極とする電極55にパルス電圧を印加すると、共通電極となる振動板50との間に電位差が生じて、個別電極55と振動板50の間に静電力が生じる。この結果、振動板50は印加した電圧の大きさに応じて変位する。その後、印加したパルス電圧を立ち下げることによって、振動板50の変位が復元して、その復元力により液室46内の圧力が高くなり、ノズル44からインク滴が吐出される。この場合、振動板50を電極55（実際には絶縁保護膜57表面）に当接するまで変位させる方式を当接駆動方式、振動板50を電極55に当接させない位置まで変位させる方式を非当接駆動方式と称する。

【0052】そこで、このインクジェット記録装置におけるインクジェットヘッドの内の流路基板41とノズル板43の接合の詳細について図8以降をも参照して説明する。なお、以下の説明では、流体抵抗部47はノズル板43の溝部と流路基板41とで画成されるものであるが、便宜上、ノズル板43の溝部を流体抵抗部47と称する。

【0053】先ず、ノズル板43を電鍍で製作する場合の製造工程の一例について図8を参照して説明する。まず、同図（a）に示すように、ガラス基板面に導電膜を形成した、或いは導体基板等からなる電鍍支持基板81上に、1層目のドライフィルムレジスト（或いは厚膜レジスト）82を成膜した後、パターン露光を行って同図（b）に示すように流体抵抗部47に対応する部分に露

光部83を形成する。

【0054】次いで、同図(c)に示すように、2層目のドライフィルムレジスト(或いは厚膜レジスト)84を成膜した後、パターン露光を行って同図(d)に示すように1層目及び2層目のドライフィルムレジスト82、84を通じてノズル孔44に対応する部分に露光部85を形成する。その後、同図(e)に示すように現像を行って未露光部分を除去して露光部83、85を残す。

【0055】そして、Ni電鍍を行って、同図(f)に示すように電鍍支持基板81上に電鍍めっき膜86を成膜した後、電鍍めっき86を電鍍支持基板81から剥離し、露光部83、85を除去することによって、同図(g)に示すようにノズル孔44及び流体抵抗部47を有するノズル板43を得る。

【0056】次に、ノズル板43を電鍍で製作する場合の製造工程の他の例について図9を参照して説明する。まず、同図(a)に示すように、ガラス基板面に導電膜を形成した、或いは導体基板等からなる電鍍支持基板91上に、ノズル孔44に対応する位置にレジストパターン92を成膜した後、同図(b)に示すように、Ni電鍍を行って電鍍めっき膜93を成膜する。

【0057】次いで、同図(c)に示すように、電鍍めっき膜93上にノズル孔44に対応する位置及び流体抵抗部47に対応する位置にドライフィルムレジスト(或いは厚膜レジスト)のレジストパターン94、95を形成した後、再度Ni電鍍を行って電鍍めっき膜93上にめっき膜を重ねて、同図(d)に示すようにノズル板43の厚みを有する電鍍めっき膜96を形成する。

【0058】そして、同図(e)に示すように電鍍支持基板91から剥離した後、レジストパターン92、94、95を剥離して、同図(f)に示すように、ノズル孔44及び流体抵抗部47を有するノズル板43を得る。

【0059】次に、第1部材である流路基板41と第2部材であるノズル板43との接着剤接合について図10を参照して説明する。なお、同図はヘッド14を拡大して説明する模式的説明図である。

【0060】ノズル板43は接着層105によって流路基板41の濡れ性改善層49に接合しているが、このノズル板43は厚み方向に見たとき、流路基板41と接合する接合面側で流体抵抗部47側が厚くノズル孔44側が薄くなる断面で傾斜面となる偏肉を有する形状となっている。これにより、ノズル板43の接合面と流路基板41の接合面との間に形成される空隙(ギャップ)は厚み方向で流体抵抗部47付近からノズル孔44側に向かって漸次増加する断面形状をなす。なお、実測によれば、50 μ mの厚みのノズル板43に対して約3 μ m程度の偏肉が確認された。

【0061】このノズル板43の偏肉は、例えば、ノズ

ル板43を電鍍工法で製作した場合には電流密度分布が部位によって異なるために生じ、図8或いは図9に示すような工法で製作した場合、電鍍時の遮蔽(レジスト)面積の割合が大きい部位ほどその遮蔽部近傍での電流密度が高くなって電鍍めっき膜の膜厚が厚くなる傾向にある。したがって、同工法では遮蔽面積の大きな流体抵抗部47側が最も厚くなる。この状態で接着剤接合を行うと、電鍍膜厚の厚い流体抵抗部の接着剤のつぶれが大きくなり、はみ出し量も多くなる。これははみ出しにより流体抵抗値が変化することになり、液滴吐出特性にバラツキが生じ、或いは吐出不能になる。

【0062】そこで、本発明ではノズル板43に生じる偏肉を利用した薄膜充填接合を行うことによって、噴射特性のバラツキの少ない液滴吐出ヘッドを製作している。この場合、ニッケル電鍍に限らず、厚みの偏肉を生じさせることができる工法によって製作可能なノズル板などでも同様に適用できる。

【0063】ここで、ノズル板43と流路基板41との接合工程について図11を参照して説明する。なお、同図はノズル板43と流路基板41とを液室の部位を省略して模式的に説明する模式的説明図である。

【0064】まず、同図(a)に示すように、流路基板41の上面に接着剤101を塗布する。この塗布方法には、スピンコート法、スプレー法、転写法などの種々の方法を適用できるが、これらの塗布方法のうちで転写法は、流路基板41のように接合面に微細パターンの凹凸があり、実際の接合面となる凸部上面のみに接着剤101の薄層を形成するという点で最も優れている。

【0065】この転写法について図12を参照して説明すると、回転する展色ロール111上に接着剤101を滴下してドクタブレード112を用いて薄層にのばし、この展色ロール111上の薄層化した接着剤を、回転する塗布ロール113上に設けた表面に微細な凹凸を持つ樹脂凸版114に転写する。このとき、樹脂凸版114上の凹凸に接着剤101が保持される。

【0066】そこで、ステージ115上に被塗布部材である流路基板41を載置して矢示方向に移動させ、塗布ロール113上の樹脂凸版114を回転させて、樹脂凸版114上の凹凸に保持している接着剤101を流路基板41上に再転写することにより、流路基板41の接合面に約1 μ m程度の接着剤101の薄層を形成するものである。

【0067】図11(a)に戻って、流路基板41の凸部(接合面)に塗布する接着剤101の厚さ(塗布厚さ)bは、ノズル板43の偏肉量a以下($a \geq b$)とする。偏肉量a以上の塗布厚さbとすれば、接合は完全に行われるが、ノズル板43の厚肉部(流体抵抗部47)近傍はほとんどの接着剤がはみ出しすることになり、流体抵抗部47を閉塞し、噴射特性のバラツキ、あるいは非噴射の原因となる。接着剤101の塗布厚さbは、偏肉

の分布等によっても異なるが、偏肉量 a の $1/5 \sim 1/2$ 程度とすることが好ましい。

【0068】次いで、同図(b)に示すように、接着剤101を塗布した流路基板41にノズル板43を押し当てると、当然、ノズル板43の偏肉によってノズル板43と流路基板41とのギャップ部分に未接合領域が生じる。

【0069】このときの接着剤101の粘度を低く抑えることにより、同図(c)に示すように、接着剤101は毛細管現象によって、流路基板41とノズル板43との間に形成される空隙(ギャップ)104に移動して充填され、同図(d)に示すように流路基板41とノズル板43とは接着剤101にて接合面全面が接合される。こうしてノズル板43の偏肉量より薄い接着剤塗布膜厚での接着が行われる。したがって、このときの接合面における接着層105の厚みはノズル板43の偏肉に沿って変化している。

【0070】ここで、接着剤101の粘度は材料との濡れ性にも影響されるが、5000cps以下が好ましい。5000cpsを越えると、毛細管現象による接着剤の充填性が悪くなり、空隙を十分に埋めることができず、接合を保つことが困難になる。この際の粘度の値は接合時の粘度であり、接合時に加熱工程を加える場合には、その昇温工程での粘度変化も考慮する必要がある。

【0071】この場合、流路基板41とノズル板43との接合は、ノズル板43を押し当てることによる単純な加圧によって押し出された接着剤101によって接合されているのではない。このことは、同図(e)のA部に示されるように非接合面の接着層105の厚み(接着剤塗布非接合部の厚み)cが接着剤101の初期塗布膜厚bよりも薄くなっていることで確認される。

【0072】具体的には、 $1\mu\text{m}$ 厚みで塗布した接着剤101が非接合部では $0.2\mu\text{m}$ 程度の厚みになっていることを確認した。このことは、毛細管現象によって接着剤101が移動したことを示している。なお、ここでは流体抵抗部を示しているが、ノズル板43の薄肉部にこのような肉抜き部が形成されていると、よりこの接着剤の移動は顕著に現れることを確認している。

【0073】ここで、接着剤の粘度と接合する部材の偏肉量 a の関係について説明する。本発明者の実験によれば、接合面に濡れ性改善層49を形成しない場合には、接着剤の粘度として100cps以上で、偏肉量 a が $2 \sim 10\mu\text{m}$ の範囲であれば、接着剤の毛管力による充填が良好に行われたが、偏肉量 a が $10\mu\text{m}$ を越えると、接着剤の毛管力による充填がうまくいかず、偏肉量 a が $2\mu\text{m}$ 未満では、偏肉により形成されるギャップ部(空隙)が接着剤の逃げ部となる効果が期待できずはみ出しが多くなってしまうことが判明した。

【0074】この場合、この充填不良はより低粘度の接着剤を使用することで解決することができるが、接着剤

の低粘度化は、塗布表面(接合面)の濡れ性ばらつきによる塗布不均一の原因になる。実際に、Si表面に粘度70cps程度の接着剤を塗布すると、Si表面ではじかれ、液滴状になって表面に分布してしまうことを確認した。

【0075】そこで、本発明者は実験を重ねたところ、接合面の片方、もしくは両方に濡れ性改善層49を形成することにより、塗布を均一に行えることを見出した。実験によれば、濡れ性改善層49を設けることにより、粘度10cps程度までの低粘度接着剤であっても接合面に均一に塗布することが可能となり、この接着剤の低粘度化により $15\mu\text{m}$ 程度までの偏肉量 a であれば、良好な充填接合を行うことが可能になった。

【0076】また、接着剤の塗布厚さ b については、はみ出し低減のためには必要最小限であることが好ましく、接合した状態での接着層が最薄層部で $2\mu\text{m}$ 以下、平均膜厚でも $5\mu\text{m}$ を越えないことが好ましい。図13(a)はノズル板43の偏肉量を越える塗布膜厚で接着剤101を塗布した場合の例を示しており、この場合には、接合は完全に行われるが、同図(b)に示すように、接着剤塗布非接合部である流体抵抗部47付近はほとんどの接着剤101がはみ出して、その部分の厚みは偏肉量 a よりも大きくなり、流体抵抗部47を閉塞し、噴射特性のバラツキが生じたり、噴射不能になることを確認している。

【0077】このように、接着剤接合する2つの部材の少なくとも一方が偏肉を有し、接着層が偏肉量に応じて変化している構成とすることにより、接着剤の初期塗布厚が薄くでき、しかも、はみ出すはずの接着剤が毛細管現象により2つの部材の空隙部に移動することによって、凹部などにはみ出す接着剤量が著しく低減するとともに、しかも接合面全面に接着剤を行き渡らせて接合することができ、接合信頼性も向上する。

【0078】特に、液滴吐出ヘッドのように微細な凹凸パターンを有する液室基板とノズル板或いは蓋部材とを接合した接合部材においては、接着剤のはみ出しを嫌う流体抵抗部への接着剤のはみ出しが著しく低減するとともに、接合面全面を接合できることで、液滴吐出特性のバラツキが低減し、また吐出不良などの問題も生じない。

【0079】また、濡れ性改善層を設けることにより、使用できる接着剤を低粘度化することが可能となり、上記の毛細管現象が顕著に現れ、 $10\mu\text{m}$ 以上の偏肉による大きな空隙部も充填可能となる。

【0080】さらに、本発明者は実験を重ねたところ、濡れ性改善層を設けなくても、接合面における接着剤の濡れ性を改善する処理(濡れ性改善処理)を施すことによっても、濡れ性改善層を設けたのと同じ作用効果が得られることを見出した。この濡れ性改善処理としてはプラズマ処理やオゾン処理を施すことができる。

【0081】これらの濡れ性改善処理によって接合面表面に付着した微細なゴミ及び汚れを除去し、湿式の洗浄剤を用いるよりも比較的簡単かつ確実に接合面表面を洗浄し、濡れ性を飛躍的に向上することができる。具体的には、プラズマ処理は、濡れ性を改善する接合面を有する部材をプラズマ中に置くことにより行うことができ、部材表面に付着した微細なゴミ及び汚れがイオン衝撃及び化学的エッチングによって分解、除去される。

【0082】また、オゾン処理は、濡れ性を改善する接合面を有する部材を、オゾン雰囲気中でUV光に曝すことにより行うことができ、これにより、部材表面に付着した微細なゴミ及び汚れが酸化などの化学作用によって分解、除去される。

【0083】さらに接合面の濡れ性を改善するには、前述した樹脂コーティングとプラズマ処理等を併用したりするなど、複数の手法を併用することができる。

【0084】このように、薄膜塗布+充填接合の工法をとることにより、微細パターンがある厚みのばらついた部材であっても、全面で均一に接合でき、はみ出し量をおさえた接合が可能となる。それに加えて、接合面に濡れ性改善層を設け、或いは濡れ性改善処理を施すことにより、より低粘度の接着剤を使用でき、この効果をより大きく引き出すことができる。もちろん、接合する部材はノズルプレート（ノズル板）に限らず、接着剤のはみ出しを嫌う接合精度を必要とするあらゆる部材に応用することが可能である。

【0085】したがってまた、上述したような液滴吐出ヘッドを搭載したインクジェット記録装置においては、高密度化しても液滴吐出特のバラツキや液滴吐出不良による画像の乱れや欠損などがなくなり、画像品質が著しく向上する。

【0086】なお、上記各実施形態においては、静電型インクジェットヘッドの振動板と電極の平面形状を矩形とした例で説明したが、平面形状を台形、三角形とすることもできる。また、上記各実施形態ではインクジェットヘッドは振動板と液室とを流路基板として同一部材から形成しているが、振動板と液室形成部材とを別部材で形成して接合することもできる。

【0087】また、本発明を適用する液滴吐出ヘッドは流路基板中に形成したノズル、液室、流体抵抗部、共通流路液室の形状、配置、形成方法は適切に変更することができる。例えば、上記実施形態においては、ノズルは振動板の変位方向にインク滴が吐出するように形成したサイドシュータ方式のヘッドであるが、ノズルを振動板の変位方向と交差する方向にインク滴が吐出するように形成したエッジシュータ方式のヘッドでもよい。

【0088】さらに、上記各実施形態においては、液滴吐出ヘッドが静電型インクジェットヘッドである例で説明しているが、圧電素子を用いたピエゾ型インクジェットヘッド、或いは発熱抵抗体を用いたバブル型インクジ

ェットヘッドなど、その他の方式のインクジェットにも適用することができる。液滴吐出ヘッドはインク滴を吐出するものに限らず、液体レジストなどの液滴を吐出するものなどにも適用できる。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側には接着剤の濡れ性を改善する濡れ性改善層が形成され、且つ、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側は偏肉があり、接着層の厚みが偏肉に沿って変化している構成としたので、接着剤のはみ出し量が少なくなり、吐出特性上のバラツキが少なくなり、接合面精度や材料を選ばず、良好な接合を行うことができ、接合信頼性も向上するとともに、より低粘度の接着剤を用いた接合を行うことができる。

【0090】ここで、濡れ性改善層として酸化膜を形成することで液室等を形成する流路形成部材にシリコン基板を用いた場合の濡れ性改善層の形成が容易になる。また、濡れ性改善層として樹脂層を形成することで接着層と同様な工程で容易に濡れ性改善層を形成することができる。また、主成分がポリイミドの樹脂層を濡れ性改善層とすることで耐インク性が向上し、しかも接合力の強い接合を行うことができる。

【0091】本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側には接着剤の濡れ性を改善する濡れ性改善処理が施され、且つ、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側は偏肉があり、接着層の厚みが偏肉に沿って変化している構成としたので、接着剤のはみ出し量が少なくなり、吐出特性上のバラツキが少なくなり、接合面精度や材料を選ばず、良好な接合を行うことができ、接合信頼性も向上するとともに、より低粘度の接着剤を用いた接合を行うことができる。

【0092】ここで、濡れ性改善処理としてはプラズマ処理或いはオゾン処理を行うことによって比較的簡単に、しかも確実に接合面の濡れ性を改善することができる。

【0093】これらの本発明に係る液滴吐出ヘッドにおいて、2つの部材の少なくとも一方の部材の接合面側の偏肉量が2～15 μ mの範囲内にあるようにすることで、より確実に、接着剤のはみ出しを抑え、接合面全面を完全に接合することができる。また、接着層は最薄層部の厚みが2 μ mを越えず、全体平均膜厚が5 μ mを越えないようにすることで、接着材料を低減し、はみ出し量をより抑制することができる。

【0094】さらに、2つの部材で液室若しくは流路を形成することで、最も精度が要求される流体抵抗部へのはみ出しを抑えることができる。さらにまた、偏肉のある部材はノズル及び／又は流体抵抗部を形成したノズル板とすることで、容易に偏肉を形成することができると

ともに、ノズル板の面精度、材料を選ばずにはみ出しを抑えたノズル閉塞のない接合ができる。この場合、ノズル板はニッケル電鍍工法で形成されていることで、ノズル径、形状精度の高いノズルを形成することができ、薄層接合によりはみ出しを抑えた全面接合が可能になる。

【0095】また、2つの部材の少なくとも一方の部材がシリコン基板からなり、このシリコン基板の表面に濡れ性改善層を形成し、或いは濡れ性改善処理を施すことで、濡れ性改善層を均一に形成し、或いは接合面の表面性を高くすることができる。

【0096】本発明に係る液滴吐出ヘッドの製造方法によれば、本発明に係る液滴吐出ヘッドを製造する方法であって、2つの部材のいずれか一方の部材の接合面に接着剤を塗布し、他方の部材を押し当てることにより、2つの部材間の空隙に接着剤が充填され、接合面全体が接合される構成としたので、低粘度接着剤を用いて、微細パターンが形成された部材を接着剤のはみ出しを抑えて全面接合することができ、吐出特性のバラツキの少ない液滴吐出ヘッドを得ることができる。

【0097】ここで、接着剤が低粘度又は液状の接着剤であることで、充填接合が容易になる。この場合、接着剤の粘度が10～5000cpsの範囲内にあることで、均一な塗布が可能で、接合時に押し当てた際にはじめて毛細管現象によって接着剤が空隙部に移動して充填接合が可能となる。また、接着剤の塗布膜厚が部材の偏肉量よりも小さいことで、空隙に余剰接着剤が毛細管現象で流入して確実にのはみ出しの少ない接合を行うことができる。さらに、接着剤を転写法で塗布することにより、微細パターンが形成された部材でも容易に必要な箇所のみ接着剤を塗布することができるとともに、スピコート法では難しい数千cpsの接着剤塗布も極めて容易に行うことができる。

【0098】本発明に係るインクジェット記録装置によれば、インク滴を吐出させるインクジェットヘッドとして本発明に係る液滴吐出ヘッドを搭載したので、インク滴吐出特性のバラツキが少なく、画像品質が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインクジェット記録装置の機構部の概略斜視説明図

【図2】同機構部の側面説明図

【図3】同記録装置のヘッドの分解斜視説明図

【図4】同ヘッドの振動板長手方向の断面説明図

【図5】図4の要部拡大説明図

【図6】同ヘッドの振動板短手方向の断面説明図

【図7】同ヘッドの要部平面説明図

【図8】ノズル板の製造工程の一例を説明する説明図

【図9】ノズル板の製造工程の他の例を説明する説明図

【図10】流路基板とノズル板との接合状態の説明に供する模式的説明図

【図11】流路基板とノズル板との接合工程の説明に供する模式的説明図

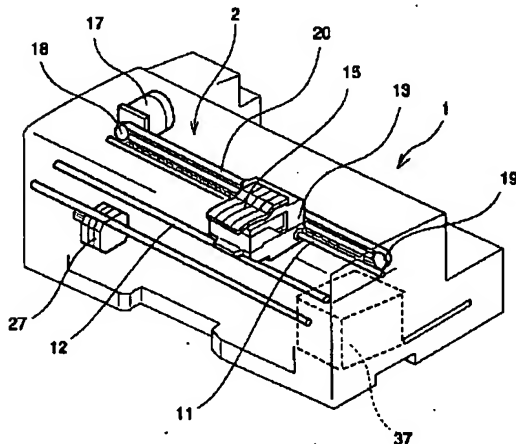
【図12】流路基板への接着剤塗布方法を説明する説明図

【図13】流路基板への接着剤塗布量の比較例を説明する説明図

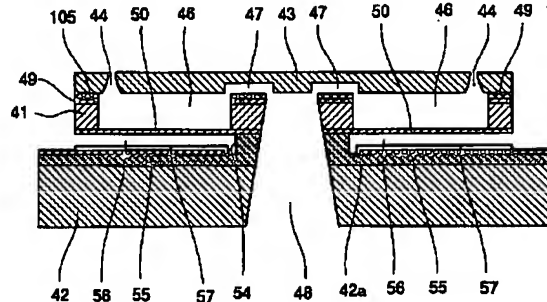
【符号の説明】

13…キャリッジ、14…ヘッド、24…搬送ローラ、33…排紙ローラ、40…インクジェットヘッド、41…流路基板、42…電極基板、43…ノズル板、44…ノズル、46…液室、47…流体抵抗部、48…共通流路液室、49…濡れ性改善層、50…振動板、55…電極、101…接着剤、104…ギャップ、105…接着層。

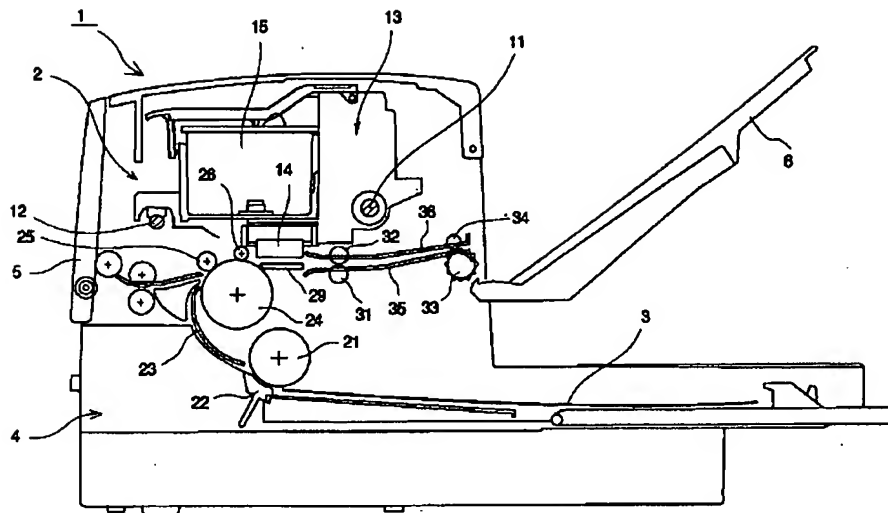
【図1】



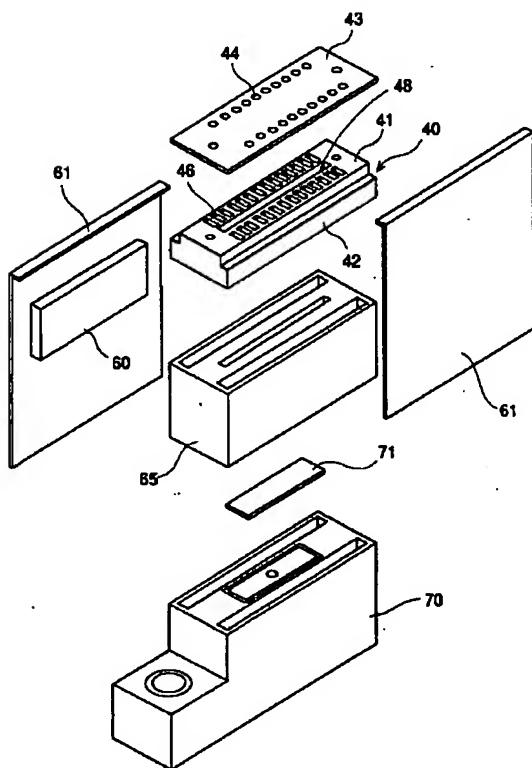
【図5】



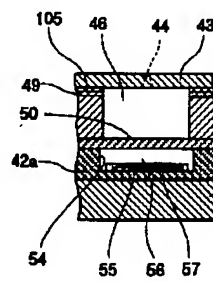
【図2】



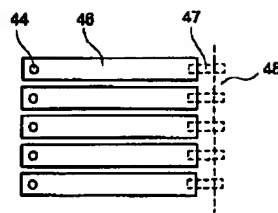
【図3】



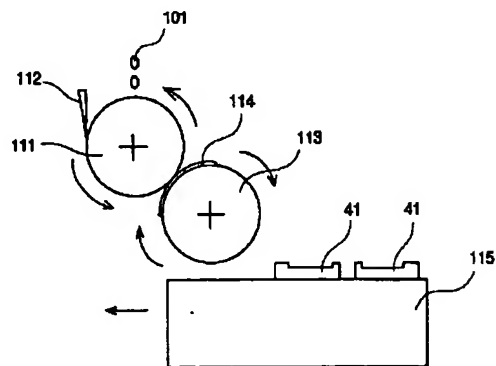
【図6】



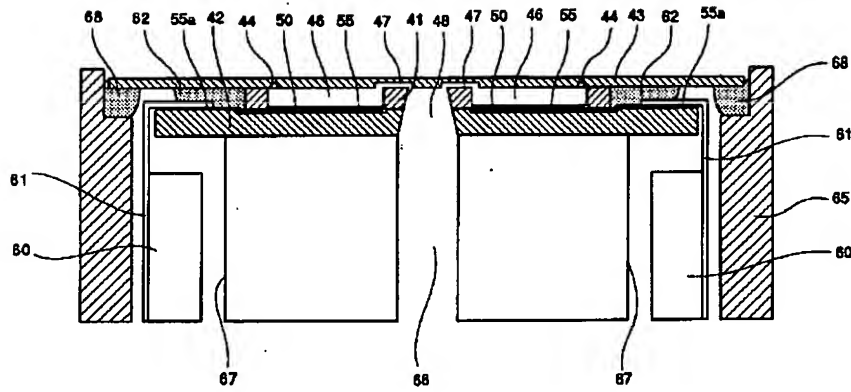
【図7】



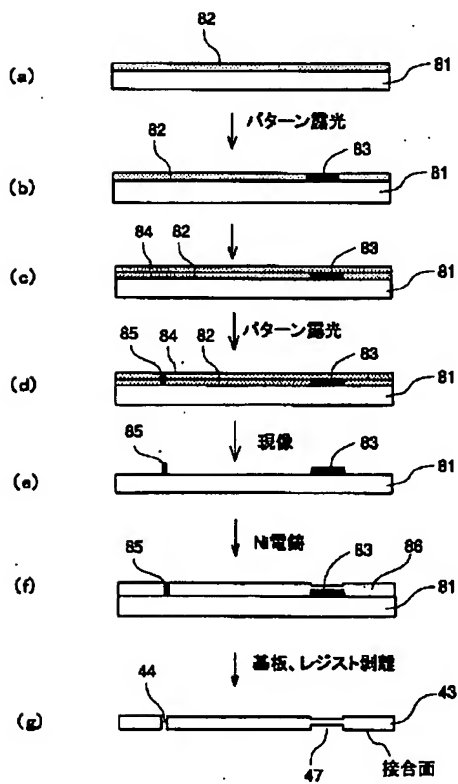
【図12】



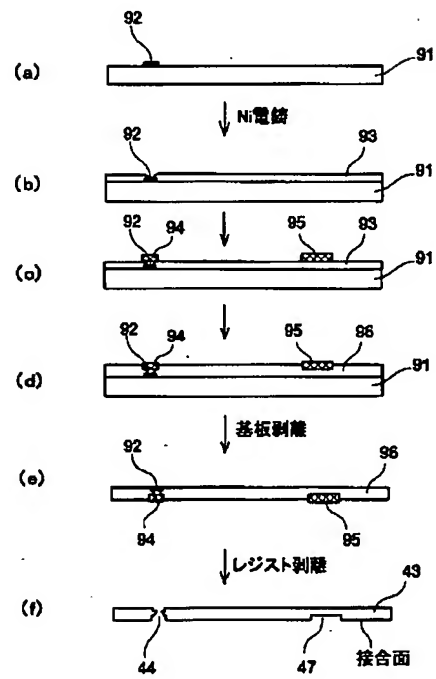
【図4】



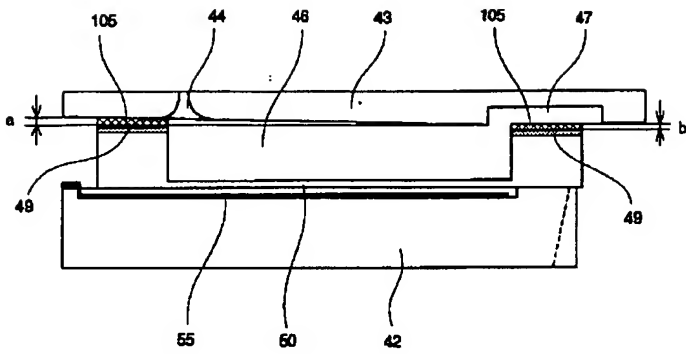
【図8】



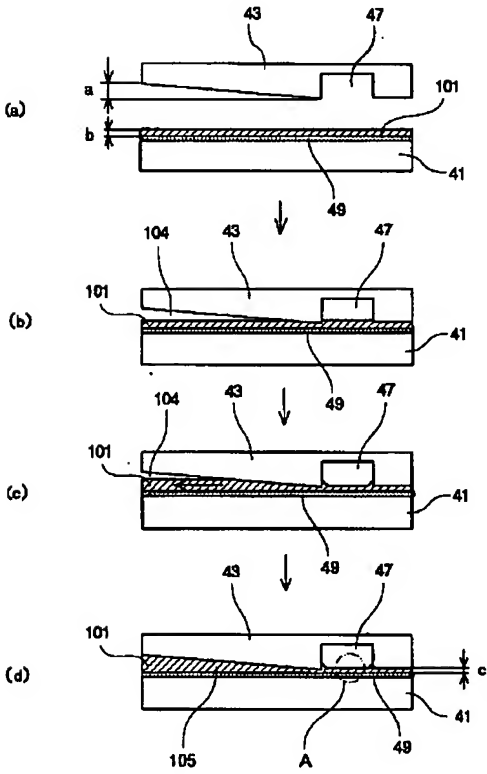
【図9】



【図10】



【図 1 1】



【图13】

